

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
УПРАВЛІННЯ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНИМ  
ПРОЦЕСОМ СПОРТСМЕНОК,  
ЯКІ СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ  
В ЛЕГКОАТЛЕТИЧНИХ СТИБКАХ



*Кутек Тамара, Ахметов Рустам*

Житомирський державний університет імені Івана Франка

**Аннотация**

В статье рассматривается возможность повышения эффективности управления многолетним учебно-тренировочным процессом спортсменок, специализирующихся в легкоатлетических прыжках, путем разработки новой методики количественной оценки качества тренировочной программы. Предложенная методика базируется на повышении надежности, информативности отдельных тестов и системы комплексного контроля в целом, на широком использовании современного математического аппарата, который позволяет не только успешно изучать тренировочный процесс, но и прогнозировать его.

**Ключевые слова:** линейная регрессия, аппроксимация, весовой вектор.

**Annotation**

The paper deals with the possibility of increasing the efficiency of development of many years' standing study-and-training process of athletes of speed-and-strength kinds of sports by means of development of new methods of qualitative evaluation of training program. The introduced methods are based on the increase of reliability and information content of separate tests as well as complex control system in general, on the extensive use of the modern mathematics apparatus, which helps not just to study the training process successfully, but also to forecast it.

**Key words:** linear regression, approximation, weight vector.

**Постановка проблеми.** Кількісна оцінка ефективності навчально-тренувального процесу є однією з найважливіших задач теорії і практики сучасного спорту. Ця проблема стимулює фахівців продовжувати науковий пошук ефективних методик оцінки навчально-тренувального процесу, що в значній мірі сприятиме більш якісному управлінню підготовкою спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Динаміка зростання спортивних результатів у значній мірі є наслідком удосконалення організації процесу тренування [2, 7]. Велике значення для ефективності спортивного тренування має правильне управління ним [4, 5]. Науково обґрунтоване управління неможливо здійснити тільки за рахунок аналізу планів підготовки спортсменок, без здійснення прогнозу результативності, без корекції навчально-тренувального процесу згідно індивідуальних особливостей конкретної спортсменки, без широкого застосування засобів і методів, основою яких є сучасні спортивні технології [6, 8–10].

У зв'язку з цим проведене дослідження є актуальним, оскільки спрямоване на вдосконалення управління навчально-тренувальним процесом спортсменок, які



спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках, за рахунок підвищення надійності, інформативності окремих тестів і системи комплексного контролю в цілому, широкого використання сучасних математичних розробок, що дозволяє не тільки успішно вивчати навчально-тренувальний процес, але й прогнозувати його.

**Зв'язок дослідження з науковими темами.** Дослідження виконано згідно теми 2.11 «Теоретико-методичні основи управління системою підготовки спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках», Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 20011–2015 рр. Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту. Номер держреєстрації 0111U003839.

**Мета дослідження.** Вдосконалити управління навчально-тренувальним процесом спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках, шляхом розробки нової методики кількісної оцінки якості навчально-тренувального процесу.

**Методи та організація дослідження:**

1. Аналіз та узагальнення спеціальної наукової літератури.
2. Вивчення накопиченого досвіду роботи ведучих фахівців з управління системою підготовки спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках, різного віку і кваліфікації, спостереження за роботою кращих тренерів України.
3. У роботі використовувалися такі математичні методи: векторний аналіз у багатовимірному евклідовому просторі; теорія матриць, сингулярні числа та спектральні представлення; дисперсійний і факторний аналіз у математичній статистиці; функціонально-програмне забезпечення вирішення математичних задач на базі сучасного пакету прикладних програм типу Matlab.

Дослідження було проведено у два етапи. Перший етап був присвячений вивченню теоретичних аспектів стану проблеми, вивченню спеціальної науково-методичної літератури, узагальненню досвіду підготовки спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках, аналізу документальних матеріалів із тренувальної та змагальної діяльності, визначенню найінформативніших параметрів спортивної підготовленості та динаміки їх розвитку.

Другий етап був присвячений розробці нової методики кількісної оцінки якості навчально-тренувального процесу на основі прогнозування результативності спортсменок.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Середня результативність групи спортсменок залежить, загалом кажучи, нелінійним чином від середніх значень спортивних параметрів  $\vec{x}_p(t)$  які, в свою чергу, є також нелінійними функціями часу  $t$  (віку) [1]:

$$\bar{H}(t) = f(\vec{x}_p(t)) = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_p(t)), \quad \vec{x}_p = \vec{x}_p(t) \quad (1)$$

де  $P$  – число інформативних спортивних параметрів (у даному дослідженні  $P < 15$ ). Залежність (1) називається в подальшому оперативною динамічною характеристикою результативності (ОДХР). Вона неявним чином залежить від структури навчально-тренувального процесу (алгоритму тренування або методики тренування) і конкретного набору інформативних спортивних параметрів:

$$\bar{H}(t) = \bar{H}(t / \vec{x}_p, \mathbf{g}) \quad \mathbf{g} = g_1, g_2, \dots, g_n \quad (2)$$

де  $\mathbf{g}_n$  – умовне позначення параметрів навчально-тренувального процесу для  $n$ -ної методики підготовки спортсменок. Проведений у даній роботі аналіз великої кількості різноманітних ОДХР засвідчує, що її можна поділити в інтервалі часу  $(a, b)$  на три характерні ділянки (рис. 1):  $T_1 = (a, t_1)$ ,  $T_2 = (t_1, t_2)$ ,  $T_3 = (t_2, b)$ , где  $T_1$  – початкова нелінійна ділянка дитячого віку ( $a > 10$  років,  $t_1 < 12$  років),  $T_2$  – середня квазілінійна ділянка ( $t_2 < 18$  років),  $T_3$  – кінцева

нелінійна ділянка ( $b > 18$  років),  $H_g$  – деякий граничний результат для даного навчально-тренувального процесу  $\mathbf{g}$ ,  $H_0$  – рекордний результат,  $T_g$  – потенційний мінімальний період досягнення граничного результату  $H_g$ ,  $T_g^{(0)}$  – потенційний мінімальний період досягнення рекордного результату  $H_0$ .

При цьому ОДХР на початковій і кінцевій ділянках має нелінійний характер, а на середній ділянці – квазілінійний характер. Кількісними показниками ефективності того чи іншого навчально-тренувального процесу є такі величини:

$$H_g, T_g(\vec{x}_p), T_g^{(0)}(\vec{x}_p) \quad (3)$$

Чим ближче граничний «алгоритмічний» результат  $H_g$  до рекордного результату  $H_0$  і чим менші періоди  $T_g, T_g^{(0)}$ , тим більш ефективніший навчально-тренувальний процес  $\mathbf{g}$ . У даній роботі основна увага приділяється середній ділянці ОДХР  $(t_1, t_2)$  і показнику ефективності  $T_g^{(0)}(\vec{x}_p)$  – потенційному мінімальному часу (віку) досягнення рекордного результату. Відмітимо, що виділення саме лінійної форми ОДХР на середній ділянці підготовки спортсменок є апіорно невизначеним рішенням. Припущення про допустимість квазілінійного характеру ОДХР на середній ділянці було зроблено в ході експериментального дослідження великого числа ОДХР і рішення відповідних завдань прогнозу результативності для багатьох вікових груп спортсменок, використання різних інформативних спортивних параметрів для різних навчально-тренувальних процесів [6]. Суттєво також відмітити, що в даній роботі ОДХР розглядається як функція багатьох змінних (спортивних параметрів  $\vec{x}_p(t)$ ), а не як проста одновимірна функція часу  $t$ .

На початку дослідження, в процесі рішення статистичної задачі лінійної регресії результативності на середній ділянці ОДХР, оцінювалась лінійна апроксимація ОДХР:



$$\bar{H} = h_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p \quad (4)$$

і тільки потім оцінювалась одновимірною залежністю ОДХР (1) від часу  $t$ . При цьому точність лінійної апроксимації ОДХР зростала зі збільшенням числа  $P$  інформативних спортивних параметрів і виявилася значно вищою, ніж точність простої одновимірної лінійної апроксимації ОДХР:

$$\bar{H} = h_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p \quad (5)$$

Згідно визначення (3), для оцінки ефективності навчально-тренувального процесу достатньо оцінити максимальну швидкість підвищення результативності на лінійній ділянці ОДХР:

$$a_{\max} = \max_{t \in (t_1, t_2)} \frac{d\bar{H}(t/\bar{x}_p \cdot g)}{dt} \quad (6)$$

Якщо вирішити задачу прогнозу (лінійної регресії) результативності за змінами вектора спортивних параметрів  $\bar{x}_p(t)$  на інтервалі часу  $t \in (t_1, t_2)$ , з'являється можливість зробити відповідну лінійну апроксимацію ОДХР та оцінити максимальну швидкість підвищення результативності:

$$\hat{H} = \hat{H}_0 + \sum_{m=1}^P \hat{a}_m [\bar{x}_p(t) \cong \hat{h}_0 + \hat{a}_{\max} t \Rightarrow \hat{a}_{\max}(t_1, t_2) = \frac{\hat{H}(t_2) - \hat{H}(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

Тоді оцінка потенціального мінімального часу досягнення рекордного результату буде представлена у вигляді:

$$\hat{T}_g^{(0)} = \frac{H_0 - \hat{h}_0}{\hat{a}_{\max}} \quad (8)$$

Для побудови повної ОДХР для певного навчально-тренувального процесу потрібне, загалом, хоча б один «повний» цикл навчально-тренувального процесу окремо взятої групи (наприклад, у віці 10-17 років) або деякої кількості груп з тією ж програмою навчально-тренувального процесу. Проте, для практики спорту важливим є аналіз швидкості підвищення результативності протягом півроку чи року:

$$\hat{a}_{\max}^*(t) = \hat{a}_{\max}(t_1, t) \quad t = t^{(1)}, t^{(2)}, \dots, t^{(m)}$$

і вона не обов'язково буде монотонно-зростаючою функцією часу. У випадку, якщо для деякого моменту часу  $t^{(m)}$  відбувається порушення монотонності:

$$\hat{a}_{\max}^*(t^{(m+1)}) < \hat{a}_{\max}^*(t^{(m)}) \quad (9)$$

тоді в цьому випадку треба проаналізувати вихідну багатовимірну залежність ОДХР (4) від найбільш інформативних спортивних параметрів  $\bar{x}_p$  і вжити необхідні заходи із забезпечення більш високих показників того чи іншого найбільш інформативного і значимого спортивного параметру (наприклад, збільшити на 5% ступінь використання силових можливостей при відштовхуванні, або швидкісно-силові параметри, або швидкість розбігу і швидкість вильоту загального центру тяжіння тіла (ЗЦТТ) та ін. Таким чином, можна забезпечити більшу ефективність управління навчально-тренувальним процесом завдяки рішенням задачі прогнозу результативності для групи спортсменок на лінійній ділянці ОДХР.

### Висновки

1. Важливою характеристикою навчально-тренувального процесу є так звана оперативна динамічна характеристика результативності (ОДХР) у вигляді залежності від часу середньої результативності (у групі), як функції багатьох змінних – спортивних параметрів. ОДХР можна поділити на три характерні ділянки: початкова – нелінійна, середня – квазілінійна і кінцева – нелінійна.

2. Досить інформативним показником ефективності навчально-тренувального процесу є потенційно мінімальний час досягнення рекордного результату, який обернено пропорційний максимальній швидкості зростання результативності на лінійній ділянці ОДХР.

3. Оптимізацію навчально-тренувального процесу краще проводити шляхом послідовного вирішення завдань прогнозу ре-

зультативності для послідовних часових інтервалів (вікових періодів 12-17 років), з використанням будь-якого числа інформативних спортивних параметрів.

4. Підвищення ефективності навчально-тренувального процесу при наявності зниження результативності можна забезпечити з використанням аналізу регресійної формули результативності як лінійної функції спортивних параметрів і прийняття рішення про підвищення рівня певних найбільш інформативних і значущих спортивних параметрів.

### Література:

1. Ахметов Р. Ф. Прогноз результативності спортсменів на базі статистичного факторного аналізу та експертного ранжирования полної совокупности антропометрических, технических и специализированных параметров / Р. Ф. Ахметов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 7. – С. 82–95.
2. Ахметов Р. Ф. Повышение точности раннего прогноза результативности спортсменов на базе расширения и динамической интерполяции их информативных спортивных параметров / Р. Ф. Ахметов // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 17. – С. 48–64.
3. Баширова Л. М. Математическое моделирование в спорте / Л. М. Баширова, Р. Р. Баширов. – Ташкент : Медицина, 1988. – 143 с.
4. Бобровник В. И. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревновательных прыжках / В. И. Бобровник. – К. : Науковий світ, 2005. – 321 с.
5. Гамалий В. В. Моделирование техники двигательных



- действий в спорте (на примере ходьбы) / В. В. Гамалий // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 108–116.
6. Кутек Т. Б. Прогнозирование результативности спортсменов, которые специализируются в легкоатлетических прыжках / Т. Б. Кутек // Теорія і практика фізичного виховання. – 2010. – № 2. – С. 36–39.
7. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
8. Попов Г. И. Прогностическое тестирование спортсменов / Г. И. Попов // Современные достижения спортивной науки : тез. докл. Междунар. конгр. – СПб, 1994. – С. 102.
9. Шестаков М. Управление технической подготовкой в легкой атлетике на основе компьютерного моделирования / М. Шестаков // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 187–196.
10. Шустин Б. Н. Моделирование и прогнозирование в системе спортивной подготовки / Б. Н. Шустин. – М. : СААМ, 1995. – С. 226–237.

